

⑫ 公開特許公報(A)

平1-231200

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)9月14日

G 08 G 1/00
G 06 F 15/216821-5H
C-7230-5B

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全10頁)

⑭ 発明の名称 配車計画方法

⑰ 特 願 昭63-56079

⑱ 出 願 昭63(1988)3月11日

⑲ 発 明 者 原 敬 市 東京都小平市上水本町1479番地 日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社内

⑲ 発 明 者 奥 村 雅 彦 東京都品川区南大井6丁目23番15号 株式会社日立製作所大森ソフトウェア工場内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑲ 出 願 人 日立マイクロコンピュータエンジニアリング株式会社 東京都小平市上水本町1479番地

⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

配車計画方法

2. 特許請求の範囲

1. 複数台の車の配車計画を立案しなければならない各種の配送システムにおいて、貨物の積載に関する制約条件、配車に関するノウハウを知識工学手法により記述することを特徴とする配車計画方法。

2. 複数台の車の配送ルートを決しなければならない各種の配送システムにおいて、配送区域決定ノウハウを知識工学手法により記述して、配送区域を決定し、処理時間のかかる計算処理部分を数理計画手法により記述して配送区域内の配送ルートを決し、これら決定する処理を組合せて活用することを特徴とする配車計画方法。

3. 上記配送区域を決定する処理は、配送すべき貨物の量に応じて分割する処理を含む第2項の配送計画方法。

4. 上記配車計画は、配車計画時の運転の処理を含む第1項の配車計画方法。

5. 上記人員割当処理は、人員割当問題を数理計画手法で求解可能な部分問題に分割し、該部分問題を数理計画手法により解く処理を含む第4項の配車計画方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、各種配送計画問題を解く計算機システムに係り、特に、日々変動する配送先、配送量に応じて複数台の車の配車計画を実施しなければならない場合に好適な配車計画方法に関する。

〔従来の技術〕

従来から配送計画は、阿保栄可編「ケーススタディ方式による物流システムの実験」岡文館、1974年、第97頁から第112頁に記載されている様に、VSP法といった数理計画手法で解く方式である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

配車計画問題は、車両に積載する貨物を決定す

る問題であり、組合せの制約条件、使用できる車種の制約条件等があり、これらの制約条件は、配送センター毎に異なる。また、扱う貨物が変わると制約条件も変化してしまう。このため、従来の数値計画手法で、問題を定式化し解く方法では、制約条件の変更に対応することが困難であった。

また、従来の配送ルート決定方法は、配送すべき貨物を一台の車両で配送する際には有効である。しかし、卸・小売業の直完配送、デパートの配送等では、日々配送元、配送量が変化する。更にその配送量も多大であるため、1台の車両で配送することはできない。そこで、複数の車両の配送ルートを同時に決定しなければならない。配送ルートを決定するためには、一台の車両で配送可能な区域（以下配送区域と呼ぶ）に全配送区域を分割しなければならない。この全配送区域を、市、町、村、あるいは区等により分割する方法が考えられるが、分割した各配送区域に、配送時刻指定、車種指定等の制約条件を満たす様に車両を割当てると、車両台数の増加、各車両の積載率が低下し、

配送コストが増大するという問題点があった。

更に、車両毎に運転手を割当てる問題は、車両と運転手の組合せ問題である。運転手割当の制約条件には、必ず守らなければならない条件、できるだけ守りたい条件がある。そして、守りたい条件がある。そして、守りたい条件のうち、どれを破らないと解が得られないかは事前に決定できないため、定式化して数値計画手法で解くことは困難であった。運転手をひとりずつ割当てていく方法が考えられるが、この方法では、計画時間が長くなり、更に、計画全体のバランスが悪くなるという問題があった。

本発明の目的は、上記問題点を解決して、制約条件変更に対応しやすくなること、しかも、種々の配送対象への適用性を確保した配車計画方法を提供することにある。

本発明のその他の目的は、上記問題点を解決して、制約条件が変化しても、これに対応しやすくなる保守性に優れ、しかも、計算処理時間の速い配送ルート決定方法を提供することにある。

本発明のその他の目的は、上記問題を解決して、配車計画をより効率よく実施できる区域分割方法を提供することにある。

本発明のその他の目的は、上記問題点を解決して、運転手間でバランスのとれた業務割当ができる人員割付方法を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、知識工学手法を用いた配車計画方法により達成される。即ち、各種の配車計画システムにおいて、変更が多い計画条件、貨物あるいは車両の制約条件、熟練者の持つ配車計画ノウハウを知識ベース化し、この知識を基に配車計画を立案する手段、更に分割された配送区域内の配送ルート計画、配送コスト計算等を数値計画手法により記述、実現する手段を設けることにより達成される。

〔作用〕

前記手段は、以下の様に動作する。

配送すべき貨物の物量を受注締切前に予測しこれに見合った車両を手配する。この際に車両台数

が適正になる様に、配送すべき貨物の組合せの制約条件等を知識ベース化しておき、これにより、貨物の総容積あるいは、総重量から算出した車両台数をチェックする。制約条件等の記述は、例えば、if(条件) then(結果) という形式で記述して、知識ベース化しておく。

次に、受注した配送すべき貨物、及び物量、配送先及びその件数を基に、上記と同様に知識ベースに格納されている配車計画のノウハウを用いて、一台の車両で配送すべき貨物を決定する。決定した配送先の配送順序は、配送コストの最小化といった数値計画手法によって記述、実現した各種アルゴリズムにより解く。

更に、各車両に運転手を割当てる際に、各運転手の配送区域の繰返し、稼働時間等を考慮して割当てる。

これにより、変化しやすい配車に関する制約条件の変更に対応しやすくなること、しかも、計算処理時間の速い配車計画が可能となる。

〔実施例〕

以下本発明の一実施例を、配送センタにおける製品の発送を例として、第1図～第23図により説明する。

第1図に、本発明の全体構成を示す。11は、本システムを制御するための計算機であり、手配車両決定部101、車両計画決定部102、車両割当決定部103、マンマシンインタフェース部104で構成される。12は、配車計画結果を表示、修正するためのディスプレイ装置であり、キーボード、マウス、トラックボール等の入力装置を有する。13は、配車計画ノウハウ、貨物の積載に関する制約条件等を格納する知識ベース。14は、各種データ及び配車計画結果を格納するファイルである。

以下、第2図に示すフローチャートの動作ステップに従って、知識工学手法を用いた配車計画方法の一実施例を詳細に説明する。本実施例では、日々配送先、配送量が異なり、例えば、3時まで受注を受け付けた伝票の貨物を翌日配送する場合を考える。この時、車両の手配は、受注受付締切

時刻の前、例えば12時までに翌日必要な台数の車両を手配しなければならない。

ステップ200：システムは、ファイル14に格納されている実績データ、受注伝票データを第3回に示す実績データテーブル、第4図に示す受注伝票テーブルに取り込む。この実績データから、例えば、移動平均法、指数平滑法等により、季節、曜日等の変動を考慮して、受注締切りまでに受注されるであろう貨物量を予測する。次に、ステップ300へ進む。

ステップ300：上記ステップ200で予測した貨物量を配送する為に必要な車両台数を決定する。車両台数は、例えば、次式に示す様に総配送量を容量あるいは重量で割り、必要な台数を算出する。

$$\text{車両台数} = \max \left(\frac{W}{w}, \frac{V}{v} \right)$$

W：総配送量（重量）、w：車両の制限重量
V：総配送量（容積）、v：車両の制限容積

算出した車両台数に対し、第5図に示した車両手配に関するノウハウにより、既受注の貨物の積合せ条件、車種指定条件を満たす車種及び車両台数があるか判定する。不具合が生じた場合は、車種車両台数を増減し、上記条件を満足する車両台数とする。

ステップ400：上記ステップ300で決定した車両台数を基に、例えば、第6図に示した手配先名称の手配順位の順に所有台数の全てを手配する。上記を、ステップ300で決定した車両台数になるように繰り返す。この手配順位は、手配先の追加、変更が可能な様にして置く。次にステップ500へ進む。

ステップ500：ここでは、受注締切時刻までに受注した全ての伝票について以下の処理を行ない、各車両に積載すべき貨物を決定する。まず、第7図に示したノウハウに従って、各車両の計画時に中心と考える伝票（以下、核伝票と呼ぶ）を抽出する。抽出した伝票に、区域の制約条件を満たす伝票を統合して、第8図に示す配車計画テ-

ブルに格納する。これを受注した全ての伝票を統合するまで繰り返す。次にステップ600に進む。尚、配送ルート決定方法、及び配送区域決定法の詳細は後述する。

ステップ600：上記ステップ204で決定した各車両の積載貨物及び配送区域を考慮、更に、車両の定期点検、運転手のローテーション・稼働時間を考慮して、車両に運転手を割当てる。次にステップ700へ進む。この運転手等、人員割付方法についても詳細を後述する。

ステップ700：上記配車計画は、担当者の持つ配車計画のノウハウと数理計画手法を用いて計画しているが、ノウハウの全てを知識ベース化することは困難である。また、制約条件には前述の様に、必ず守らなければならない制約条件、できれば守りたい制約条件があり、これらの制約条件も、計画結果によって変化してしまうため、制約条件の全てを取り込むことができない。そのため、必ずしも担当者の満足する結果が得られるとは限らない。そこで、担当者が対話形式で、配車計画

結果を修正できる様にする。

以下、上記ステップ500の配送ルート決定方法の詳細を、前述の配送センタにおける製品の配送を例に、第8図に示すフローチャートの動作フローに従って詳細に説明する。

ステップ501：システムは、ファイル14に格納されている受注データを、伝票毎に取込み、第10図に示す受注伝票テーブルに、品名1001、個数1002、顧客名1003、及び配送先1004を格納する。次に、ステップ502へ進む。

ステップ502：システムは、第10図に示す受注伝票テーブル内の受注伝票を、配送先1004により区域別に分類する。例えば、配送先住所別にコードを設け、このコードによって、市町村別に分類する。次にステップ503へ進む。

ステップ503：システムは、上記ステップ502で分類された受注伝票の中から、知識ベース13に格納されている第7図(a)に示した核

伝票抽出に関するルールに記述された条件を満たす伝票を、配送範囲を決定する時の核となる核伝票として全て抽出する。次に、ステップ504へ進む。

ステップ504：システムは、ステップ502で分類した区域内に、複数の核伝票がある場合は、知識ベース13に格納されている第7図の(b)に示した核伝票統合に関するルールに記述された条件を満たす伝票を統合する。統合時には、第11図、第12図に示した製品、車両の条件を満たすかチェックする。更に、第7図(d)に示した統合可能区域の知識を満たす隣接する区域の核伝票もルールに記述された条件を満たす場合は、これを統合する。次に、ステップ505へ進む。

ステップ505：システムは、統合した核伝票に、次の手順で他伝票を統合する。

- (i) 核伝票と同一区域内の伝票で、第7図(c)に示す伝票統合に関するルールに記述されている条件を満たす伝票を統合する。
- (ii) 核伝票と統合可能な区域の伝票で、第7

図(c)に示すルールに記述されている条件を満たす伝票を統合する。

- (iii) 統合可能な区域の残り伝票を統合する。
- (iv) 更に、統合できない残伝票がある場合、ルールに記述されている制約条件を緩め、本を実行する。例えば、第7図(c)に記述されている配送件数の制約7件を増加する。

次に、ステップ506へ進む。

ステップ506：システムは、例えば、配送コスト最小化、配送距離時間最小化を目的関数にOR技法の整数計画法により、ステップ505で統合した伝票の配送ルートを決める。

ステップ507：システムは、ディスプレイ装置12上に、第13図(a)に示した配送先一覧、第13図(b)に示した地図上への配送順の表示等により、結果を表示する。次に、ステップ508へ進む。

ステップ508：利用者は、ディスプレイ装置12上の結果により、修正・終了のいずれかを入

力する。

ステップ509：利用者は、ディスプレイ装置12上で、マウス等の入力装置により、対話的に結果を修正する。結果の修正は、例えば、アイコン、マウスにより、伝票の交換、移動、削除等の機能により実施する。

以下、配送区域決定方法を、第14図のフローチャートの動作ステップに従い詳細に説明する。

ステップ511：市町村あるいは区等で分割した配送区域をさらに複数の区域(以下、ブロックと呼ぶ)に分割し、第15図に示す配送区域テーブルに格納する。次にステップ512に進む。

ステップ512：第17図に示す受注伝票テーブルの伝票を1件ずつ取り込み、その配送先図と第23図に示す配送区域テーブルの住所欄より伝票がどのブロックに属するか判定し、第17図に示す受注伝票テーブルの配送量を、第16図に示す配送区域テーブルの伝票が属するブロックの配送量に加える。次にステップ513に進む。

ステップ513：上記ステップ512の処理を

実施していない受注伝票が残っている場合ステップ512に戻る。

全て実施した場合は、ステップ514に進む。

ステップ514：第16図に示す配送区域テーブルの各ブロックの配送量がしきい値以上のブロックを抽出する。第16図に示した配送区域テーブルの配送量判定値に0を付けたブロックが抽出したブロックである。次にステップ515に進む。

ステップ515：第16図に示す配送区域テーブルの配送量判定値に0が付いているブロックを取り出し、隣り合う複数のブロックのうち配送量判定値に0が付いているブロックが存在する場合は、2つのブロック統合する。次に、統合できるブロックが存在するならば本ステップを繰り返す。

これにより、市町村あるいは区等による配送区域分割より、配車計画に有効な、配送量を考慮した区域分割ができる。

以下、前記ステップ600の人員割当方法を詳細に説明する。ここでは、より一般的な、装置へのワークの割付を例とする。

製造装置とワークの組を抽出し、部分問題とする。

(3) 割り付けることができる製造装置が少ないワークと製造装置の組を抽出し、部分問題とする。

ステップ604：ステップ603で検索した製造装置、ワークに付いて、該ワークを割り付けることがどの程度良いことかを評価し、第21図に示すような便益 C_{ij} のマトリクスを作成する。ここで、ステップ603で示した例のような部分問題の最適化をしても、全体の最適化にはつながらない。部分問題の境界部分のスケジュールを考慮しないと、境界部分の解を求める際に既割付部分のやり直しが多発し最適な解を求めたことが無意味になる。そこで、この境界部分2102についても、上記部分問題2101と同様に便益 C_{ij} のマトリクスを作成する。

この境界部分を考慮した便益 C_{ij} は、以下のよう

に計算する。評点 P_k とは評価項目 k の評価結果であり、ウェイト W_k とは評価項目 k の重要度

以下、第18図に示すフローチャートの動作ステップに従って詳細に説明する。

ステップ601：システムは、記憶装置14に格納されている第22図に示すスケジュールテーブルをディスプレイ装置12に第23図に示すスケジュール表で表示し、ステップ602へ進む。

ステップ602：システムは、スケジュール作成が完了したか否かを判定する。完了の場合は、システムを終了し、完了していない場合は、ステップ603へ進む。

ステップ603：システムは、知識ベース13に格納されている、第19図に示す部分問題抽出ノウハウを基に、部分問題を抽出する。以下に、部分問題の抽出方法の例を示す。

(1) 第20図に示すように、製造装置1台に高々一つのワークしか割り付けられない期間のワークと製造装置の組を抽出する。第20図では、16日～18日が部分問題となる。

(2) 割り付けることができるワークが少ない

である。

$$C_{ij} = \text{基本点} + \sum (評点 P_k \times \text{ウェイト } W_k)$$

ここで用いられる評価項目の例を以下に示す。

- (1) 装置の稼働時間の平均化
- (2) 同一ワークの繰り返し
- (3) ワークを割り付けることで、本来割り付けることができる筈であったワークを幾つ割り付けられなくするかの能力
- (4) ワーク間のインターバルの平均化
- (5) 装置のメンテナンスが可能な日の確保

ステップ605：このマトリクスを数理計画における割当て問題として、マトリクスの各要素の値の和が最大と成る組合せを、次のように定式化して求解する。

$$\bigcirc \text{ 目的関数: } \sum \sum C_{ij} X_{ij} \rightarrow \text{Max}$$

$$\bigcirc \text{ 決定変数: } X_{ij}$$

$$\bigcirc \text{ 制約条件: } \sum X_{ij} = 1, \sum X_{ij} = 1$$

但し、 $i \in I$ 、 $I = (\text{製造装置})$
 $j \in J$ 、 $J = (\text{ワーク})$

上記、境界部分の解をも求解するのは、境界部分の解を保証するためである。第21図の例では、○印が解である。

ステップ606：上記ステップ605で求めた結果を基に、第22図に示すスケジュールテーブルを更新し、ステップ601へ戻る。

本実施例では、便益C_{ij}を求める時に重要度を設けている。この重要度を変更可能にすることにより、評価項目の優先度を変更できるので、状況に即したスケジュール作成ができる。

本実施例では、装置へのワークの割当を例として、車両への運転戸の割当でも同様の方法でスケジュール作成が可能である。

(発明の効果)

本発明によれば、配車計画ノウハウ、貨物の積積に関する制約等が変化しても、容易に対処できる保守性にすぐれ、しかも、種々の配送計画に適

用でき、汎用性にすぐれた配車計画システムが可能となる。また、従来の人手に比べ、高速に配車計画、配送ルート決定が可能となる。

更に、熟練者の持つノウハウを知識ベース化することにより、経験の少ない担当者でも、熟練者に近い配車計画が可能となる。

貨物の配送量に応じた、車両手配、配送区域の決定ができるで、車両台数の適正化、車両の積積効率向が図れ、輸送コストの低減が図れる。

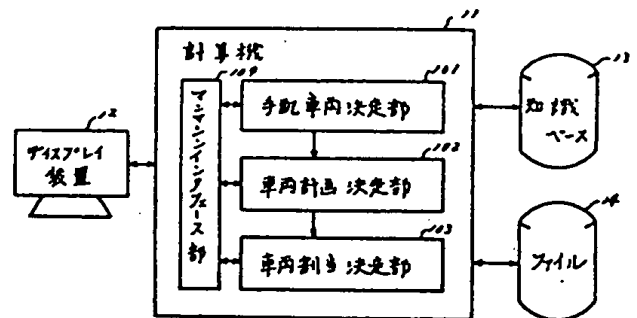
4. 図面の簡単な説明

第1図は、一実施例の本発明の全体構成図、第2図は、配車計画方法のフローチャート、第3図は、実績データテーブルの例、第4図は、受注伝票テーブルの例、第5図は、製品の積積に関する制約条件の例、第6図は、手配優先度テーブルの例、第7図は知識ベースに格納する配車計画ノウハウの例、第8図は、配車計画テーブルの例、第9図は、配送ルート決定方法のフローチャート、第10図は伝票テーブルの例、第11図は、製品テーブルの例、第12図は車両テーブルの例、第

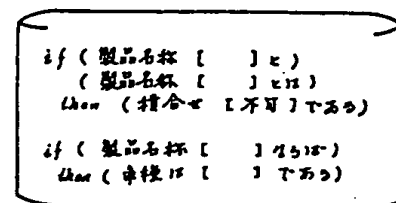
13図は決定された配送ルートの表示例、第14図は配送区域決定方法のフローチャート、第15図は配送区域をブロックに分ける例、第16図は配送区域テーブルの例、第17図は受注伝票テーブルの例、第18図は人員割当方法のフローチャート、第19図は部分問題抽出ノウハウの例、第20図は部分問題の例、第21図は便益マトリクスの例、第22図はスケジュールテーブルの例、第23は、スケジュールの表示例である。

代理人弁理士 小川 勝

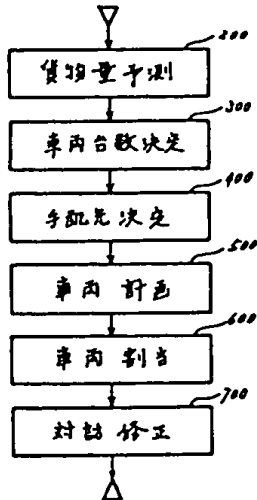
第1図



第5図



第 2 図



第 3 図

月	日	曜日	依頼枚数	重量	容量	車両台数
			1000000	1000000	1000000	1000000

第 4 図

No.	乙令	天重量	容積重量	時刻	車種指定	配達先	製品		
							製品コード	種類	製品コード

第 6 図

手配先名称	手配項目	キャンセル種別	所有台数
			2041

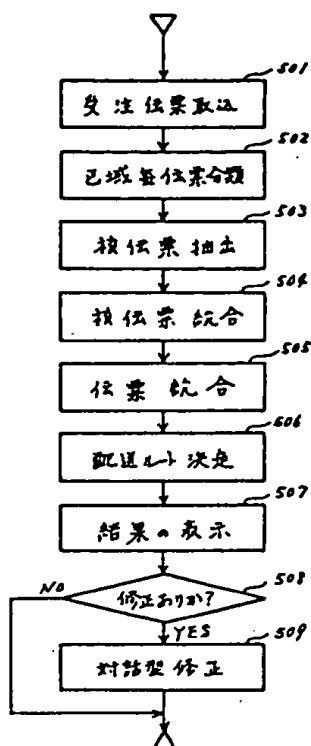
第 7 図

No.	車種	区域	重量	容量	配達件数	配達区域								
						1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	

第 7 図

- (a) 換位票抽出に関するルール型知識ベース
- if (△△△ 荷役枚数あり) then (△△△ 荷役枚数と換位票)
- or if (-送付重量 > 100 換位票あり) then (-送付重量 > 100 換位票と換位票)
- if (時刻指定の換位票あり) then (時刻指定の換位票と換位票)
- (b) 換位票統合に関するルール型知識ベース
- if (□□□□ 条件あり) then (統合)
- or if (配達開始 > 1 時間) then (統合)
- if (特殊条件同一) then (統合)
- 貨物の積合せに関するルール
- (c) 任意票統合に関するルール型知識ベース
- if (×××× 条件あり) then (統合)
- or if (配達件数 < 7 (22)) then (統合)
- if (min < 積載重量 (max) then (統合)
- 貨物の積合せに関するルール
- (d) 統合可能区域に関するフレーム型知識ベース
- 区域
- 1 区域
- 統合可能区域 {D, C, D, ...}
- 統合可能区域 {1, 2, 3, ...}

第9図



第10図

No	品名	個数	1001		1002	1003	1004
			箱	箱	箱	箱	箱
1	AAA	5	aaa	aaa	aaa	aaa	川崎市...
2	BBB	1	bbb	bbb	bbb	bbb	東京都...
...

第11図

No	品名	寸法			重量
		長さ	幅	高さ	
1	AAA	250	450	550	15
2	BBB	1040	500	1090	30
...

第12図

車種	寸法			重量	
	車長	車幅	車高	min	max
2t	4300	1860	2200	1.0	1.7
4t	5610	2200	2700	2.5	3.6
...

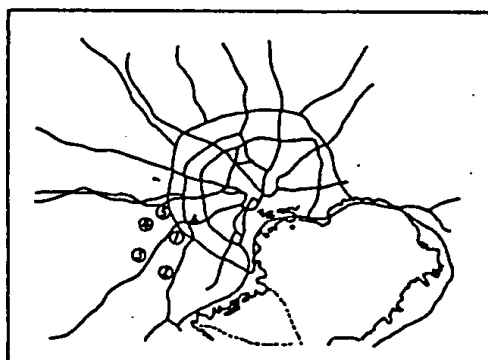
第13図

(a)

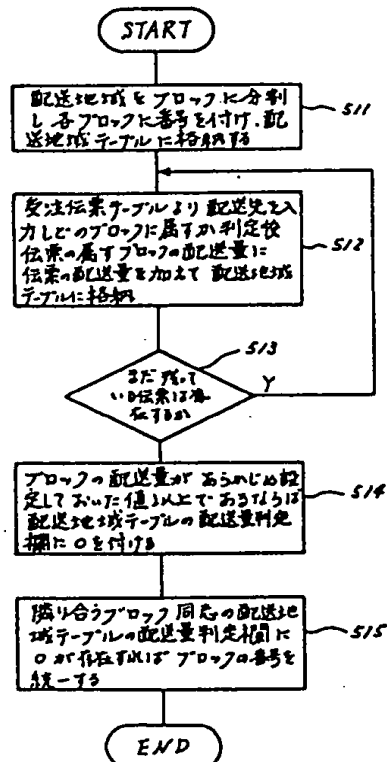
No	配送区	品名	個数	配送先
1	1	AAA	5	川崎市麻生区---
	2
	3

2	1	BBB	1	東京都品川区---
	2

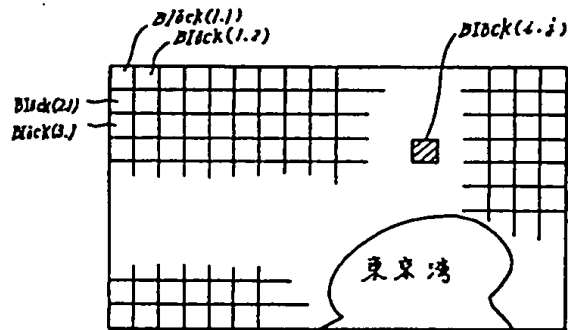
(b)



第14図



第 15 図



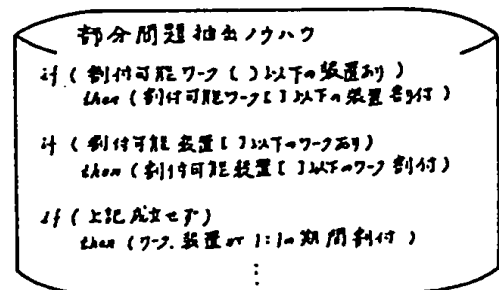
第 17 図

No	顧客名	配達量 (t)	配達先			配達品名
			区		丁目	
1	X	0.1	E	H	1	
2	Y	0.3	A	B	2	
3	Z	0.2	C	D	1	
.	
.	

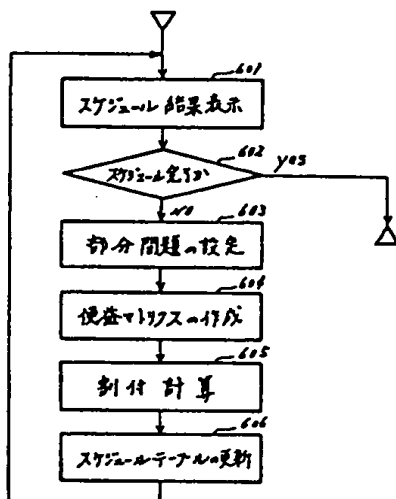
第 16 図

ブロック	番号	住所			配達量 (t)	配達量 判定
		区		丁目		
Block(1.1)	1	A	B	1	0.2	
Block(1.2)	2	A	B	2	3.5	O
Block(1.3)	3	A	C	1	1.0	
Block(1.4)	4	A	C	2	3.7	O
Block(1.5)	5	A	C	3	0.6	
.	
.	

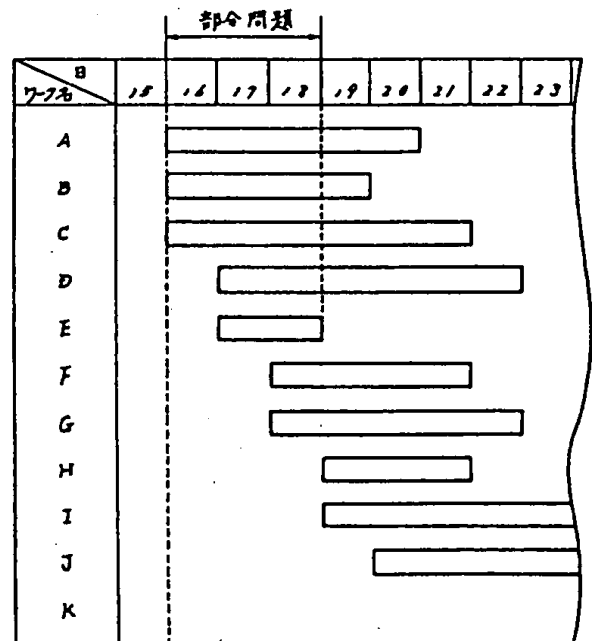
第 19 図



第 18 図



第 20 図



第 21 図

		装 置					
		F1	F2	F3	F4	F5	...
フ ィ ッ	A		9	⑦	1		
	B	⑩			1		
	C	3	2	9		①	
	D	3	⑦			1	
	E				①	1	
...							

第 22 図

(a)	フ-ツ名	作業期間		移動距離
		開始日	終了日	
	A	1	3	a, b, ...
	B	1	10	b, c, ...
	C	2	4	!
	D	2	7	
	...			

(b)	フ-ツ名	装置名
	A	a
	B	c
	C	b

第 23 図

	1	2	...	15	16	...	31
F1					B		
F2					B		
F3					A		
F4							
F5							
...							

第1頁の続き

⑦発 明 者 栗 原 謙 三

神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地 株式会社日立製作所システム開発研究所内

⑩発 明 者 森 正 太 郎

東京都品川区南大井6丁目23番15号 株式会社日立製作所大森ソフトウェア工場内

①発 明 者 山 本 太 三 雄

東京都品川区南大井6丁目23番15号 株式会社日立製作所大森ソフトウェア工場内

①発 明 者 杉 江 弘 之

東京都品川区南大井6丁目23番15号 株式会社日立製作所大森ソフトウェア工場内